

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАССИНХРОНИЗАЦИИ ВХОДНЫХ
ИЗОБРАЖЕНИЙ НА КАЧЕСТВО РАБОТЫ АЛГОРИТМА
ПОИСКА СТРУКТУРНЫХ РАЗЛИЧИЙ**

Корнилов Ф.А.

Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского УрО РАН

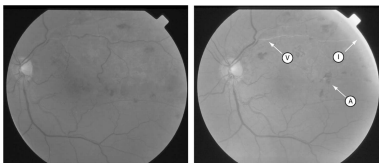
Отдел прикладных проблем управления

г. Екатеринбург, 2015

1.1. Поиск различий изображений



Анализ видеопоследовательностей →
<http://changedetection.net>



← Обработка цифровых космических снимков земной поверхности

<http://www.landinformationssystem.at/>



Lu D., Mausel P., Brondizio E., Moran E.
 Change detection techniques //
 International Journal of Remote Sensing,
 June 2004. Vol. 25, № 12. P. 2365–2401.



← Биомедицинские приложения



Radke R.J., Andra S., Al-Kofahi O.,
 Roysam B. Image change detection
 algorithms: a systematic survey // IEEE
 Transactions on image processing,
 Mar. 2005. Vol. 14, № 3. P. 294–307.

1.2. Структурные и неструктурные различия



1.3. Предыстория

- Радиометрическая коррекция:

Yang X., Lo C.P. Relative Radiometric Normalization Performance for Change Detection from Multi-Date Satellite Images // Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, August 2000. Vol. 66, № 8. P. 967–980.

- Текстурные признаки:

le Hegarat-Masclé S., Seltz R., Hubert-Moy L., Corgne S., Stach N. Performance of change detection using remotely sensed data and evidential fusion: comparison of three cases of application // International Journal of Remote Sensing, 2006. Vol. 27, № 16. P. 3515–3532.

- Анализ контуров:

Li W., Li X., Wu Y., Hu Z. A Novel Framework for Urban Change Detection Using VHR Satellite Images // IEEE The 18th International Conference on Pattern Recognition (ICPR'06). Hong Kong, 2006. P. 312–315.

- Аэросъемка и 3D модели:

Huertas A., Nevatia R. Detecting changes in aerial views of manmade structures // Image and Vision Computing, May 2000. Vol. 18, № 8. P. 583–596.

- Исследование влияния рассинхронизации изображений:

Townshend J.R.G., Justice C.O., Gurney C. The impact of misregistration on change detection // IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing, 1992. Vol. 30, Issue 5. P. 1054–1060.

Dai X., Khorram S. Quantification of the Impact of Misregistration on the Accuracy of Remotely Sensed Change Detection // IEEE Geoscience and Remote Sensing (IGARSS 1997), 1997. Vol. 4. P. 1763–1765.

1.4. Общее описание алгоритма поиска структурных различий

Вход: геометрически выровненные изображения f и g .

Для каждого положения сканирующего окна размера $d \times d$ выполняются следующие шаги:

1. Построение выровненных по яркости изображений $f' = P_g f$ и $g' = P_f g$.
2. Вычисление разностных изображений: $R_{fg}(x) = |f'(x) - g(x)|$ и $R_{gf}(x) = |g'(x) - f(x)|$.
3. Симметризация результата: $R(x) = \max(R_{fg}(x), R_{gf}(x))$.
4. Пороговая обработка R .

Выход: бинарное изображение \mathbf{R} , содержащее найденные области структурных различий.

1.5. Функция преобразования яркости

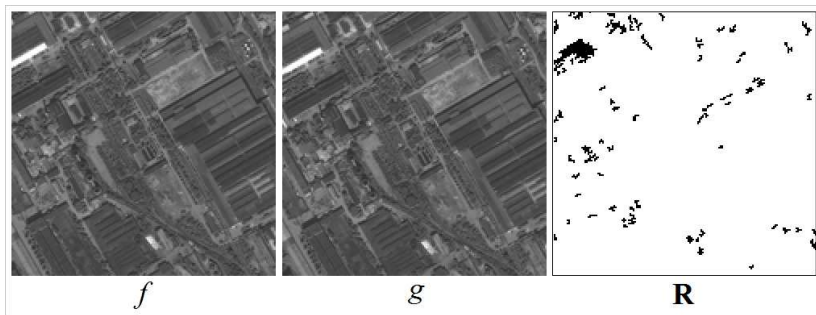
Регуляризованный вариант морфологического проектора

$$P_f g(x) = \frac{\sum_i \tilde{f}_i(x)}{\sum_j \tilde{\chi}_i^f(x)} = \sum_i \left(\frac{\sum_{x' \in X} g(x') \cdot \tilde{\chi}_i^f(x')}{\sum_{x' \in X} \tilde{\chi}_i^f(x')} \cdot \frac{\tilde{\chi}_i^f(x)}{\sum_j \tilde{\chi}_i^f(x)} \right),$$

где $\tilde{\chi}_i^f$ вычисляется по формуле билатерального фильтра

$$\tilde{\chi}_i^f(x) = \exp\left(-\frac{(f(x) - i)^2}{\sigma_c^2}\right) \cdot \exp\left(-\frac{(x - x_c)^2}{\sigma_d^2}\right)$$

2.1. Локальная рассинхронизация входных изображений



Фрагменты исходных изображений городской застройки, представляющие собой снимок и его копию, сдвинутые относительно друг друга, и найденные структурные различия.

2.2. Локальная рассинхронизация входных изображений

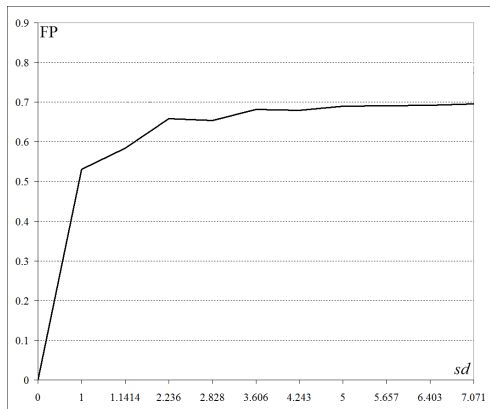
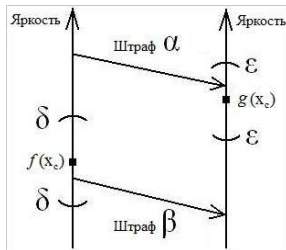


График зависимости уровня ложной тревоги FP от величины рассинхронизации sd изображений, изначально не содержащих структурных различий

2.3. Степень биактивности



$$SB(x_c) = \sum_{x \in L^0} h(x),$$

где $h: S_d \rightarrow \mathbb{R}$ — функция штрафа,

L^0 — симметрическая разность $L^0 = L_f^0(x_c) \Delta L_g^0(x_c)$:

$$L_f^0(x_c) = \{x \in S_d \mid |f(x) - f(x_c)| < \delta\},$$

$$L_g^0(x_c) = \{x \in S_d \mid |g(x) - g(x_c)| < \epsilon\},$$

S_d — множество пикселей сканирующего окна.

2.4. Описание алгоритма поиска структурных различий с устранением локальной рассинхронизации

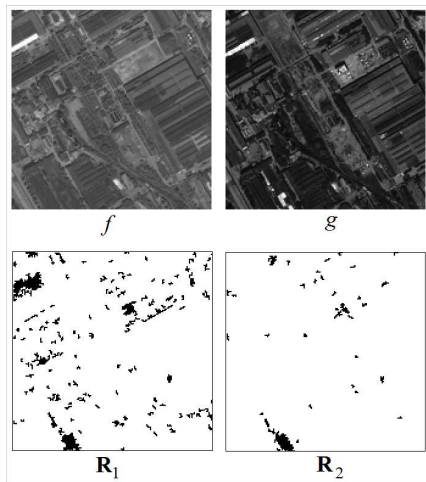
Вход: изображения f и g .

Для каждого положения сканирующего окна размера $d \times d$ выполняются следующие шаги:

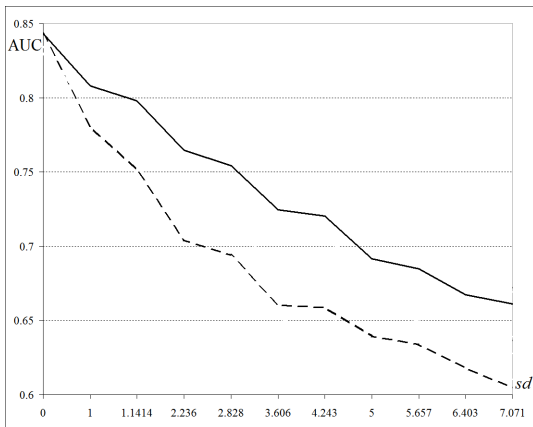
1. Из окрестности $[-sd, sd]$ выбирается положение окна, для которого $SB(x_c) \rightarrow \min$.
2. Для найденного положения окна строятся выровненные по яркости изображения $f' = P_g f$ и $g' = P_f g$.
3. Вычисление разностных изображений: $R_{fg}(x) = |f'(x) - g(x)|$ и $R_{gf}(x) = |g'(x) - f(x)|$.
4. Симметризация результата: $R(x) = \max(R_{fg}(x), R_{gf}(x))$.
5. Пороговая обработка R .

Выход: бинарное изображение \mathbf{R} , содержащее найденные области структурных различий.

2.5. Поиск различий с устранением локальной рассинхронизации



2.6. Поиск различий с устранением локальной рассинхронизации



Графики зависимости $AUC(sd)$ без геометрической коррекции (пунктирная линия) и с ее использованием (сплошная линия).